



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of :

Toru YOSHIE :

Serial No.: 10/627,948 :

Filed: July 28, 2003 :

For: A WIRING STRUCTURE HAVING A SLIT DUMMY

CLAIM OF PRIORITY

U.S. Patent and Trademark Office
2011 South Clark Place
Customer Window, Mail Stop Missing Parts
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03
Arlington, VA 22202

Sir:

Applicant, in the above-identified application, hereby claims the priority date
under the International Convention of the following Japanese application:

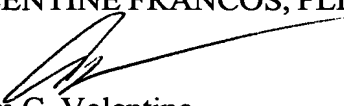
Appln. No. 2002-218878 filed July 26, 2002

as acknowledged in the Declaration of the subject application.

A certified copy of said application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

VOLENTINE FRANCOS, PLLC


Adam C. Volentine
Registration No. 33,289

12200 Sunrise Valley Drive, Suite 150
Reston, Virginia 20191
Tel. (703) 715-0870
Fax. (703) 715-0877

Date: June 10, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月26日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-218878

[ST.10/C]:

[JP2002-218878]

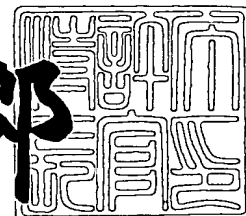
出 願 人
Applicant(s):

沖電気工業株式会社

2003年 1月14日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3105316

【書類名】 特許願

【整理番号】 OH003736

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会
社内

【氏名】 吉江 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000000295

【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085419

【弁理士】

【氏名又は名称】 大垣 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012715

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001068

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線層構造及びその形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 配線層中に複数のスリットダミーが離間配設された配線層構造において、

配線層の配線幅を W とし、

該配線層に想定された最大許容配線抵抗率変化により指定される基準最大配線幅を W_{max} とし、

距離 R を前記基準最大配線幅 W_{max} の半分の値、すなわち、 $R = W_{max} / 2$ とし、及び、前記配線幅 W が、前記基準最大配線幅 W_{max} より大きいとき、複数の前記スリットダミーは、互いに隣接する 2 つのスリットダミー間の間隔 L が、 $0 < L < 2R$ を満たす関係で、配設されていることを特徴とする配線層構造。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の配線層構造において、

前記スリットダミーは、前記配線層の延在する長手方向に沿って、スリットダミー列として一列に等しい配列ピッチ S で配列されていることを特徴とする配線層構造。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の配線層構造において、

前記スリットダミーは、前記配線層の延在する長手方向に沿って、スリットダミー列として、列方向に等しい配列ピッチ S で、かつ、二列以上並列に配列されていて、互いに隣接する一方の列のスリットダミーは、他方の列のスリットダミーとは、前記配列ピッチの二分の一の距離だけ位置をずらして配設されていることを特徴とする配線層構造。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の配線層構造において、一つ又は二つの前記スリットダミー列は、前記配線層の端縁に設けられていることを特徴とする配線層構造。

【請求項 5】 請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の配線層構造において、前記配列ピッチ S を $S = \sqrt{3} R$ とすることを特徴とする配線層構造。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の配線層構造において、

前記間隔 L を前記基準最大配線幅 W_{max} の 85% の値としてあることを特徴とする配線層構造。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の配線層構造において、前記基準最大幅 W_{max} を、越えている配線幅部分に対応する配線層部分の平面的な面積を増分配線面積とするとき、該増分配線面積の単位面積あたりの、前記スリットダミーの占有面積を 15 ～ 30% の範囲としてあることを特徴とする配線層構造。

【請求項 8】 配線層中に、複数のスリットダミーが離間配設された配線層構造をダマシンプロセスを用いて形成する方法において、

配線幅 W の、形成すべき配線層に最大許容配線抵抗を想定し、

該想定された最大許容配線抵抗に基づいて基準最大配線幅 W_{max} を指定し、

前記配線幅 W が、前記基準最大配線幅 W_{max} より大きい場合に、前記配線層に複数のスリットダミーを設けることを特徴とする配線層構造の形成方法。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の配線層構造の形成方法において、実験により得られた下記の 2 つの近似式 (1) 及び (2) とから導出した配線幅とシート抵抗変化との関係式 (3) を求め、

該配線層に想定する設計配線抵抗に対して最大に許容できる前記最大許容配線抵抗の変動率を設定することにより、

前記関係式 (3) から求められる配線幅を前記基準最大配線幅と決定することの特徴とする配線層構造の形成方法。

近似式 (1) : $\Delta R \cong HW / (HW - WD / 2) - 1$

近似式 (2) : $D \cong 701 \ln W$

関係式 (3) : $W_{max} \cong \exp (H \Delta R / 35 (\Delta R + 1))$

但し、 ΔR は配線層のシート抵抗変動率 (%)

H は配線層の厚み (高さ)

D は凹み量 (ディッシング: Dishing)

とする。

【請求項 10】 請求項 8 又は 9 に記載の配線層構造の形成方法において、距離 R を $R = W_{max} / 2$ とし、複数の前記スリットダミーを、互いに隣接する

2つのスリットダミーが距離 L （但し $0 < L \leq 2R$ ）だけ離間するようにして設けることを特徴とする配線層構造の形成方法。

【請求項11】 請求項8～10のいずれか一項に記載の配線層構造の形成方法において、複数の前記スリットダミーを前記配線層の延在する長手方向に沿って、一列に等しい配列ピッチ S でスリットダミー列として配列して設けることを特徴とする配線層構造の形成方法。

【請求項12】 請求項8～10のいずれか一項に記載の配線層構造の形成方法において、複数の前記スリットダミーを前記配線層の延在する長手方向に沿って、二列以上並列に、等しい配列ピッチ S で、スリットダミー列として配列して設けることを特徴とする配線層構造の形成方法。

【請求項13】 請求項8～12のいずれか一項に記載の配線層構造の形成方法において、前記スリットダミーを、前記基準最大配線幅 W_{max} の85%の値の間隔で配列して設けることを特徴とする配線層構造の形成方法。

【請求項14】 請求項8～12のいずれか一項に記載の配線層構造の形成方法において、前記基準最大配線幅 W_{max} を越える配線幅部分に対応する配線層部分の平面的な面積を増分面積とすると、該増分配線面積の単位面積当たりの、前記スリットダミーの占有面積を15～30%の範囲とするように、前記スリットダミーを配設することを特徴とする配線層構造の形成方法。

【請求項15】 請求項14に記載の配線層構造の形成方法において、前記スリットダミーの占有面積を15～30%の範囲とした基本スリットダミーパターンを用意し、該基本スリットダミーパターンを配列して、スリットダミーを設けることを特徴とする配線層構造の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、配線層構造、及びその形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体装置では、素子の高集積度に伴い、配線間隔が非常に狭まってき

ている。また、配線自体もより細く、長くなっている。その結果、素子のスピードが配線遅延で律則されるようになり、この配線遅延を少なくする手段として、銅配線が用いられるようになってきた。銅を用いることにより、アルミニウム等の配線に比べ、低抵抗で信頼性の高い配線が可能になる。

【 0 0 0 3 】

この銅配線を形成するのに用いられるのが、酸化膜内部に配線溝を形成し配線材料を埋め込み、溝上部の不要配線膜を化学的機械研磨等により取り除き配線する「ダマシンプロセス」と呼ばれる技術である。銅は、アルミニウム等に比べエッチング加工が難しいが、CVD法（化学気相成長法）や埋め込みのためのメッキ法で厚膜を形成するのが、比較的容易であるので、ダマシン法による配線形成が、非常に有効である。

【 0 0 0 4 】

従来のダマシンプロセスによる層配線形成工程の概略を図 1 0 (A) ~ (D) に示す。

【 0 0 0 5 】

半導体基板 2 0 2 上に、配線溝加工時のストッパー窒化膜 2 0 4 及び酸化膜 2 0 6 を形成し（図 1 0 (A)）、その酸化膜 2 0 6 に配線溝 2 0 8 a、2 0 8 b を形成する（図 1 0 (B)）。銅配線用のバリアメタルを形成後、銅膜 2 1 0 を成膜し配線溝を銅で埋め込む（図 1 0 (C)）。その後、銅膜上部を化学機械研磨（CMP: Chemical Mechanical Polishing）等の技術を用いて除去し、配線溝内のみに銅膜を残し銅配線とする（図 1 0 (D)）。

【 0 0 0 6 】

このようなダマシン法による配線形成において、CMPによる不要配線膜除去時に配線幅に応じて配線膜厚が減少するという問題がある。

【 0 0 0 7 】

図 1 0 (D) に示すように、化学機械研磨後の配線幅方向断面には、ディッシング 2 1 2 と呼ばれる皿状の凹みが発生する。この凹みの最も深い位置の深さを凹み量 D とすると、凹み量 D は、銅配線層 2 1 0 a のように配線幅 W（配線短辺

方向に沿う方向)が広くなるほど顕著となり、大きい値をとるようになることが知られている。

【 0 0 0 8 】

この典型的な例として、銅配線における配線幅 W と配線のシート抵抗変化率 Q の関係の実験データを図2に示す。図2では、配線高さ 500 nm の場合の配線幅 W [$\mu\text{ m}$] (横軸)とシート抵抗変化率 ΔR [%] (縦軸)の関係をグラフに表している。このグラフによれば、配線幅 W が $2\text{ }\mu\text{ m}$ 程度ならば、 ΔR は $5\sim 6\%$ であるが、 W が $10\text{ }\mu\text{ m}$ 程度となると、 ΔR は 20% 程度となり、 W が $20\text{ }\mu\text{ m}$ 程度となると、 ΔR が 25% 以上となることがわかる。このように、幅が広い配線では設計段階で期待した以上の配線抵抗が問題となってくる。

【 0 0 0 9 】

この問題に対し、

1. 配線幅の最大幅基準を設ける。
2. 一定配線幅以上の配線に対して、スリットダミーを設ける。

等の手法が用いられている。

【 0 0 1 0 】

このスリットダミーとは、配線層領域内に、CMPによるディッシングを防ぐために設ける配線材料と異なる材質で形成される領域である。一般には、図10 (B)に示した配線溝を形成する工程で形成され、配線溝の形成領域をパターンニングする段階で、配線領域内に同時にパターンニングすることで、エッチング加工する絶縁膜と同じ材料で構成される。

【 0 0 1 1 】

図11は、従来のスリットダミーを挿入した配線層の概略図を示している。

【 0 0 1 2 】

銅配線層222は、底部を窒化膜218、側面を酸化膜216によって領域を区切られており、この銅配線層222内にスリットダミー214が挿入されている。スリットダミー214は、高さは配線高さと同じに形成される。しかし、配線幅方向の大きさ D_w および配線の延在する長手方向の大きさ D_d には、明確な基準はなく、適宜決定して設けられている。

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このように配線幅の最大幅に基準を設ける、或いは一定配線幅以上の配線に対して、スリットダミーを導入すると、全体として必要配線幅の増大を招く。この必要配線幅の増大を最小限にするために、効率的な最大配線幅決定方法及びスリットダミーの配置基準が必要である。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

そこで、この出願に係る発明者は、抵抗のばらつきを低減し、かつ、配線面積を最小にとどめる方法を鋭意研究し、最大許容配線抵抗率変化をもとに、基準最大配線幅及びスリットダミーの配置基準を決めて形成された配線層構造により、信頼性が高く、配線幅の増大を抑えた配線層構造を提供できることを見いだした。

【 0 0 1 5 】

この発明の配線層構造によれば、配線層中に複数のスリットダミーが離間配設されている。

【 0 0 1 6 】

この配線層の配線幅を W とすると、配線層に想定された最大許容配線抵抗により指定される基準最大配線幅を W_{max} とする。距離 R は、基準最大配線幅 W_{max} の半分の値、すなわち、 $R = W_{max} / 2$ とし、スリットダミーの配列パターンを決めるさいに用いる。配線幅 W が、基準最大配線幅 W_{max} 以下の値の場合には、スリットダミーを設置しない。配線幅 W が基準最大配線幅 W_{max} より大きいときには、複数のスリットダミーを互いに隣接する2つのスリットダミーの間の間隔 L が、 $0 < L < 2R$ を満たす関係で配設されている。スリットダミーの間隔 L は、隣接する2つのスリットダミーの互いに最も近い端縁間の距離である。ここで、隣接する2つのスリットダミーとは、複数配設されるスリットダミーのうち、間隔 L がもっとも短い関係にあるものを指す。

【 0 0 1 7 】

この発明による配線層構造によれば、スリットダミー或いは配線端縁（配線層

端縁ともなる)からの距離が、常に基準最大配線幅 W_{max} 以内に抑えられているため、ディッシングの影響を受けにくい。また、効率的にスリットダミーを配置してあるので、想定配線抵抗に対する配線幅の増大を最低限に抑えている。

【 0 0 1 8 】

ここで、上述したスリットダミーは、配線層の延在する長手方向に沿って、スリットダミー列として、一列に等しい配列ピッチ S で配列されても良い。配列ピッチ S は、隣接する2つのスリットダミーの中心間の距離である。

【 0 0 1 9 】

一列に配置されることにより、形成時のパターニングが容易になり、かつ、配線層に対して、より効率的に挿入することが出来る。

【 0 0 2 0 】

また、このスリットダミー列は、二列以上並列に配列され、互いに隣接する一方の列のスリットダミーは、他方の列のスリットダミーとは配列ピッチ S の二分の一の距離だけ配線層の延在する長手方向に沿って位置をずらして配設されても良い。

【 0 0 2 1 】

配線幅が広い場合、上述のように、配線の延在する長手方向にスリットダミー列を配置することで、複数のスリットダミー列を効率的に配置できる。

【 0 0 2 2 】

これらの複数のスリットダミー列のうち、1つ又は2つのスリットダミー列が、配線層の端縁に設けられていても良い。

【 0 0 2 3 】

スリットダミーの配線幅方向の高さが、設計時に決まる最小加工寸法 W_{min} (加工できる最小の寸法)より小さくなる場合でも、配線層の端縁に設けることで、スリットダミーを挿入することができる。

【 0 0 2 4 】

また、配列ピッチ S は、 $S = \sqrt{3} R$ としても良い(ここで、 $\sqrt{3}$ は3の平方根の値を示す。以下同様に用いる。))。

【 0 0 2 5 】

さらに、間隔 L は、基準最大配線幅 W_{max} の 85% の値をとっても良い。間隔 L を基準最大幅 W_{max} の 85% の値とすることで、シート抵抗変化の変動を抑え、かつ、ダミー占有面積を小さくすることができる。

【 0 0 2 6 】

配線幅 W が基準最大配線幅 W_{max} を越えている配線幅部分に対する配線層部分の平面的な面積を増分配線面積とすると、この増分配線面積の単位面積あたりのスリットダミーの占有面積を、15～30% としても良い。

【 0 0 2 7 】

上述のように、スリットダミーの占有面積を、固定することにより、設計時に配線層内に入るスリットダミーの量がわかる。これにより、設計時に想定した配線抵抗に非常に近い配線が可能になる。

【 0 0 2 8 】

次に、この発明における配線層構造の形成方法によれば、複数のスリットダミーが離間配設された配線層構造をダマシンプロセスによって形成する方法において、配線幅 W の、形成すべき配線層に最大許容配線抵抗を想定し、この想定した最大許容配線抵抗に基づいて基準最大配線幅 W_{max} を指定し、配線幅 W がこの基準最大配線幅 W_{max} よりも大きい場合に、配線層に複数のスリットダミーを設ける。

【 0 0 2 9 】

このとき、実験により得られた下記の近似式 (1) 及び (2) とから導出した配線幅とシート抵抗変化との関係式 (3) を求め、この配線層に想定する設計配線抵抗に対して最大に許容できる前記最大許容配線抵抗の変動率を設定することにより、近似式 (3) から求められる配線幅を前記基準最大配線幅と決定する。

【 0 0 3 0 】

$$\text{近似式 (1)} : \Delta R \doteq HW / (HW - WD / 2) - 1$$

$$\text{近似式 (2)} : D \doteq 70 \ln W$$

$$\text{関係式 (3)} : W_{max} \doteq \exp (H \Delta R / 35 (\Delta R + 1))$$

但し、 ΔR は配線層のシート抵抗変動率 (%)

H は配線層の厚み (高さ)

Dは凹み量（ディッシング：D i s h i n g）とする。

【 0 0 3 1 】

この発明による配線層構造の形成方法によれば、スリットダミー或いは配線端縁からの距離が、常に基準最大配線幅 W_{max} 以内に抑えられるため、配線層用の導電層に対しCMP処理を行っても、ディッシングを受けにくい。また、効率的にスリットダミーを配置できるので、想定配線抵抗に対する配線幅の増大を最低限に抑えて配線層構造を形成できる。

【 0 0 3 2 】

ここで、距離 R を $R = W_{max} / 2$ とし、複数のスリットダミーを、互いに隣接する2つのスリットダミーが距離 L （但し $0 < L < 2R$ ）だけ離間するようにして設けて形成しても良い。

【 0 0 3 3 】

また、複数のスリットダミーを配線層の延在する長手方向に沿って、一列に等しい配列ピッチ S でスリットダミー列として配列して設けて形成しても良く、同様に二列以上並列に、等しい配列ピッチ S で、スリットダミー列として配列して形成しても良い。

【 0 0 3 4 】

ここで、スリットダミーは、基準最大配線幅 W_{max} の85%の値の間隔 L で配列しても良い。

【 0 0 3 5 】

基準最大配線幅 W_{max} を越える配線幅部分に対応する配線層部分の平面的な面積を増分配線面積として、この増分配線面積の単位面積当たりの、スリットダミーの占有面積を15～30%の範囲とするように、スリットダミーを配設して形成しても良い。

【 0 0 3 6 】

スリットダミーの占有面積を15～30%の範囲とした基本スリットダミーパターンを用意し、この基本スリットダミーパターンを配列して、スリットダミーを設けて配線層構造を形成することもできる。

【0037】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。なお、図中、各構成成分の寸法、形状及び配置関係は、この発明が理解できる程度に概略的に示してあるにすぎない。また、以下に述べる既成成分の形状、使用材料、膜厚などの数値的条件は、この発明の範囲内の一例にすぎない。また、各図において、同様の構成成分については、同一の番号を付し、その重複する説明を省略することもある。また、断面を表すハッチング等については、一部省略して示している。

【0038】

尚、配線層用の導電層としては、銅（Cu）、タングステン（W）、アルミニウム（Al）その他の金属や合金等を用いることが出来るが、以下の説明では、一例として、銅を用いた配線層構造について説明する。

【0039】

〔第1の実施の形態〕

図1～図6を参照して、この発明の第1の実施の形態を説明する。

【0040】

図3に示したように、配線幅方向のディッシングの開始点を結ぶ直線を底辺とし、ディッシングの最大凹み量の点を頂点とする二等辺三角形（破線図示）のように、ディッシングの断面形状を近似直線A1、A2のように直線的に扱うことにより、シート抵抗変化率 ΔR 、配線幅W、配線高さH及び凹み量Dには、以下のような近似式（1）が成り立つことを見いだした。

【0041】

$$\Delta R \doteq HW / (HW - WD / 2)$$

$$\therefore D = 2H\Delta R / (\Delta R + 1) \quad \cdots \quad (1)$$

ここに、配線高さH及び凹み量Dはnm単位の値、配線幅Wは μm の値である。

【0042】

式（1）と図2で示した配線のシート抵抗上昇率 ΔR から、配線高さ500nmの場合の凹み量Dが求められる。

【 0 0 4 3 】

図 4 は配線幅 W とシート抵抗変化率 ΔR 及び凹み量 D の関係（配線高さ 500 nm の場合）を示している。横軸は、配線幅 W の自然対数値を、縦軸は、シート抵抗変化率 ΔR （左側（単位：％））と、凹み量 D （右側（単位：nm））とを表している。

【 0 0 4 4 】

図 4 のグラフより、配線幅 W の自然対数値と凹み量 D が直線関係にあることから、以下の近似式（2）が得られる。

【 0 0 4 5 】

$$D \doteq 701 \ln W \quad \cdots \quad (2)$$

ここに、 D は nm 単位の値、 W は μm 単位の値である。

【 0 0 4 6 】

一般的に、配線抵抗の変動は、3～10％程度で管理される。ここでは、最も一般的な 5％を ΔR の変動の最大値として想定し、この規定された最大許容配線抵抗の範囲内で配線のシート抵抗を管理するように設定した（ $\Delta R = 0.05$ ）。この時の基準最大配線幅 W_{max} は、所望の配線高さ H が決定されれば、式（1）及び式（2）より導出される。

【 0 0 4 7 】

$$701 \ln (W_{max}) = 2H \times 0.05 / 1.05$$

$$\therefore W_{max} = \text{Exp} (H / 735) \quad \cdots \quad (3)$$

ここに、 W_{max} は μm の値、 H は nm の値である。

【 0 0 4 8 】

このダマシン法で形成される配線は、式（3）の関係を満たすように

1. 配線幅 W を制限
2. スリットダミーを形成

する必要がある。

【 0 0 4 9 】

上記式（3）によって基準最大配線幅 W_{max} が決定し、所望の配線幅 W が W_{max} を超える場合、スリットダミーを挿入する必要がある。

【0050】

例えば、配線高さ $H = 300 \text{ nm}$ を要求された場合の基準最大配線幅 W_{max} は、式 (3) より、

$$W_{\text{max}} (H = 300 \text{ nm}) = \text{Exp} (300 / 735) = 1.5 \mu\text{m}$$

である。従って、最大配線幅は $1.5 \mu\text{m}$ であり、それ以上の配線幅を有する場合には、スリットダミーを導入する必要がある。

【0051】

スリットダミーは、必要最小限の設置個数で配線に対して均一に配置されることが望ましい。

【0052】

そこで、図6に示すようなパラメータ、すなわち配線幅 W と、基準最大配線幅 W_{max} とを用い、配線端縁（短辺方向の両端縁）又はスリットダミー端部から基準最大配線幅 W_{max} の $1/2$ の距離 R 以内に全ての配線領域が含まれるようにスリットダミーを配置することを考える（図6（A））。

【0053】

この時のスリットダミーの形状は、1辺を最小加工寸法 W_{min} （設計時に決まる加工できる最小寸法）とした、正方形とし、1辺が、配線層の延在する長手方向に平行になるように配置している。

【0054】

まず、配線幅 W の中央の位置に、すなわち長手方向に延在する中心線上に、スリットダミー 106a、106b を離間して設置する。この2つのスリットダミー 106a、106b 間の間隔を L とする。

【0055】

スリットダミー 106a、106b の向かい合う壁面の中点を $M1$ 、 $M2$ とすると、この2つの点から R の距離にある点すなわち $M1$ 、 $M2$ を中心とする半径 R の2つの円の交点を $B1$ 、 $B2$ とする。この $B1$ 、 $B2$ から R の距離だけ、配線幅方向に配線端縁側へ離れた点を $C1$ 、 $C2$ とする。この二つの点 $C1$ 、 $C2$ にを結んだ線上に、配線端縁に近いスリットダミー 106c、106d をそれぞれ配置する。このとき、点 $C1$ 、 $C2$ はスリットダミー 106c、106d の互

いに対向する側面の長さの midpoint になるようにする。

【0056】

この配置パターンによって、配線幅 W と間隔 L を変化させることにより、図 6 (B) ～図 6 (D) のような位置関係でスリットダミーの配置を考える。

【0057】

間隔 L が小さく、点 $C1$ 、 $C2$ が酸化膜 102 の領域に入ってしまう場合及び、配線端縁上にある場合には、スリットダミー 106a、106b のみを配置する (図 6 (B))。

【0058】

配線端縁に設置されるスリットダミー 106c、106d が酸化膜 102 と配線層 104 にまたがって配置される場合には、配線端縁と点 $C1$ 及び $C2$ との距離 Dh が、スリットダミー 106c、106d の配線幅方向の大きさとなる (図 6 (C))。

【0059】

スリットダミー 106c、106d が配線端縁と接する場合 (図 6 (D)) 及び、配線端縁から配線幅中央方向に離れて配置される場合 (図 6 (E)) には、上述の基準で一辺の長さが W_{min} の正方形のスリットダミー 106a、106b、106c 及び 106d を配置する。

【0060】

図 5 は、基準最大配線幅 $W_{max} = 2 [\mu m]$ ($R = 1 [\mu m]$)、スリットダミー寸法 $W_{min} = 0.2 [\mu m]$ とした場合のスリットダミー間隔 $L (= \alpha R)$ (横軸 (単位: μm) とダミー占有面積比率 Q (縦軸 (単位: %)) の関係を示している。但し、 α は後述する、 R への変換ファクタである。

【0061】

ダミー占有面積比率 Q は、単位面積 S_p あたりのスリットダミーの合計面積 S_d を単位面積で割った値である。

【0062】

ここで、単位面積の値は、最小加工寸法 W_{min} を含めずに $S = L$ としても、単位面積の増減の傾向に大きな差はないと考えられる。よって、単位面積 S_p は

、スリットダミーの幅を誤差範囲として無視できるものと考え、スリットダミー間の間隔 L と配線幅 W の積により求めている。これにより求められたダミー占有面積比率は、配線層全体に占めるダミー占有面積比率と同じになる。

【0063】

配線幅 $W = 3.6 \mu m$ の場合を例にとると、

スリットダミー間の間隔 L によって、スリットダミーの合計面積 S_d が変化する。それぞれの場合の単位面積 S_p に存在するスリットダミー合計面積 S_d は、以下のように求められる。

【0064】

(a) $0.2 < L \leq 1.2$ の場合：スリットダミーは1個。 $S_d = W_{min} \times W_{min}$

(b) $1.2 < L < 1.6$ の場合：配線幅方向の長さが変化する配線端部のスリットダミー2個とスリットダミー1個。 $S_d = W_{min} \times W_{min} + W_{min} \times D_h \times 2$

(c) $1.6 \leq L \leq 2.0$ の場合：スリットダミー3個。 $S_d = W_{min} \times W_{min} \times 3$

このようにして求めた S_d を単位面積 S_p で割ることにより、ダミー占有面積比率 Q が算出される。

【0065】

$$Q = S_d / S_p$$

配線幅 W が $2.1 \mu m$ から $4.2 \mu m$ まで($0.1 \mu m$ ごと)について、スリットダミー間の間隔 L を $0.2 \mu m$ から $2.0 \mu m$ まで変化させて、同様の計算を行い、ダミー占有面積比率 Q を算出し、各間隔 L が同じ場合の各配線幅 W に対するダミー占有面積比率 Q の平均値をグラフに示している。縦軸は求めた平均値のダミー占有面積比率 Q 、横軸はスリットダミー間の間隔 L を αR (α は正の実数)と表した場合の α の値を示す。

【0066】

この図5に示す α とダミー占有面積比率 Q の関係から、 $\alpha = \sqrt{3}$ すなわち、スリットダミー間の間隔 L を $\sqrt{3} R$ (W_{max} の85%程度の値)でスリットダミ

ーを配列することで、スリットダミーの占有比率を最小、すなわち $Q = 1.3\%$ 程度にできることがわかる。

【 0 0 6 7 】

スリットダミーの配線の長手方向に沿う方向の長さを D_d とすると、ダミー配列ピッチ S とスリットダミー間の間隔 L ($< S$) とから、 $D_d = (S - L)$ で与えられるので、 S は $D_d < S \leq 2R + D_d$ となる。従って、 $(S - L) < S \leq 2R + D_d$ と表せる。

【 0 0 6 8 】

ところで、スリットダミーの配列パターンを決める場合に、ダミー配列ピッチ S とスリットダミー間の間隔 L とを、同値と考えてもさほど支障がない。従って、以下の配置基準を考える際には、ダミー配列ピッチ S を用いて説明している。

【 0 0 6 9 】

以上のことから、配線幅 W によるスリットダミーの設置基準の決定手順を考えると、以下のようになる。

【 0 0 7 0 】

手順 1 : シート抵抗変化率から基準最大配線幅 W_{max} の導出

手順 2 : スリットダミーの配列ピッチ S の決定

$$\text{ダミー配列ピッチ } S = \sqrt{3} W_{max} / 2$$

手順 3 : スリットダミー配置基準の決定

以下の図 1 (A) ~ (D) を参照して、この決定手順につき、順次説明する。

【 0 0 7 1 】

手順 1 で決定した基準最大配線幅 W_{max} と配線幅 W の比較によって場合分けを行い、配列ピッチ S で配線層の延在する長手方向にスリットダミーを配置する。

【 0 0 7 2 】

ここで、図 6 の配置基準より、スリットダミー 106 間隔 L すなわち配列ピッチ $S = \sqrt{3} W_{max} / 2$ の時、隣り合うスリットダミー列間の距離 D_p は、 $3 W_{max} / 4$ になる。

【 0 0 7 3 】

以下のような配線幅 W の値による場合分けに基づいて、スリットダミー106の配列を決定する。

【0074】

(a) $W \leq W_{max}$ の場合：スリットダミーを挿入しない（図1（A））。

【0075】

(b) $W_{max} < W \leq 3W_{max}/2$ の場合：配線幅中央線 O 上に、スリットダミー列として一列に等しい配列ピッチ S ($S = \sqrt{3}W_{max}/2$) でスリットダミー106を挿入する（図1（B））。

【0076】

(c) $3/W_{max} < W \leq 9W_{max}/4$ の場合：配線中央線 O から等距離 ($3W_{max}/8$) にある平行な直線（スリットダミー列中央線）を O_1 、 O_2 とし、このスリットダミー列中央線 O_1 、 O_2 上に2本のスリットダミー列を平行に配置し、一方の列のスリットダミーは他方の列のスリットダミーとは、配列ピッチ S の二分の一の距離だけずらして配設する（図1（C））。

【0077】

(d) $9W_{max}/4 < W \leq 3W_{max}$ の場合：スリットダミー列は3列平行に配置し、1列を配線幅中央線 O 上に、他の2列を配線中央線 O から $3W_{max}/4$ の距離にある直線（スリットダミー列中央線） O_3 、 O_4 上に配設する。一方の列のスリットダミーは、隣の列のスリットダミーとは、配列ピッチ S の二分の一の距離だけずらして配設する（図1（D））。

【0078】

以降、4列以上のスリットダミー列を設ける場合には、配線幅 W によって以下のようにスリットダミーを配置する。

【0079】

n を $n \geq 4$ を満たす自然数とすると、まず、 $3nW_{max}/4 < W \leq 3(n+1)W_{max}/4$ で場合分けを行う。

【0080】

n が偶数の時、 n 列のスリットダミーを配置し、そのうちの2列を、図1（C）と同様に、配線幅中央線 O から $3W_{max}/8$ の距離に配置し、残りのスリッ

トダミ一列を、隣のスリットダミ一列との距離が $3W_{max}/4$ になるように配置する。

【0081】

n が奇数の時、 n 列のスリットダミ一列を配置し、図 1 (D) の場合と同様に、配線幅中央線 O 上にスリットダミ一を 1 列配置し、隣のスリットダミ一列との距離が $3W_{max}/4$ になるように、残りのスリットダミ一列を配置する。

【0082】

上記いずれの場合にも、隣り合うスリットダミ一列の一方の列のスリットダミ一と他方の列のスリットダミ一は、配列ピッチ S の二分の一の距離だけずらして配設される。

【0083】

このような手順によって、配線幅 W に合わせてスリットダミ一列を導入する基準が決定できる。

【0084】

ここで示した配列パターンでスリットダミ一を導入すると、配線端部及びスリットダミ一端部から $1/2 W_{max}$ の領域に全ての配線層領域が含まれる。

【0085】

以上説明したように、この発明の第 1 の実施の形態によれば、最小加工寸法 W_{min} のスリットダミ一を配線高さ H から規定された基準最大配線幅 W_{max} を基準に定めた配列ピッチ S ($S = \sqrt{3W_{max}/2}$) で二次元的に配列することにより、配線面積の減少を最小限に抑えられる。また、スリットダミ一を設けることにより、CMP 処理の結果生ずる、ディッシング量も小さく、そのため配線シート抵抗のバラツキを低減することが出来るので、信頼性の高い配線層構造を提供できる。

【0086】

[第 2 の実施の形態]

図 7 は第 1 の実施の形態の基準でスリットダミ一を配置した場合のスリットダミ一占有面積比率 Q (縦軸 (単位: %)) と配線幅 W (横軸 (単位: μm)) の関係を表している。このように、第 1 の実施の形態の基準では、配線幅 W に対し

てスリットダミー占有面積比率 Q が配線幅 W に対して一定でないので、設計時に想定した配線抵抗に対して、誤差が生じる。

【 0 0 8 7 】

また、図 7 に示す結果によれば、配線幅 $2 \sim 10 \mu\text{m}$ に対するスリットダミー占有面積比率 Q が、 $0.7\% \sim 1.6\%$ と小さいため、配線幅 W が広い場合（例えば配線幅 W が $100 \mu\text{m}$ 以上の場合）や、配線が密集した場合（例えば配線幅 $10 \mu\text{m}$ の配線が $0.5 \mu\text{m}$ 間隔で $100 \mu\text{m}$ 巾で複数配置された場合）、スリットダミーが CMP 時に削られ、銅配線のディッシングを抑制出来なくなる可能性が高い。

【 0 0 8 8 】

そこで、第 2 の実施の形態では、配線層内に挿入するスリットダミー占有面積比率 Q の変化を抑え、配線幅 W が広い場合でもスリットダミーが CMP によって削られないために、スリットダミー占有面積率 Q を $15 \sim 30\%$ にして、設計時の想定配線抵抗に非常に近い配線を提供する。

【 0 0 8 9 】

以下図 8 を参照して配線幅 W が、基準最大幅 W_{max} を越えている場合、この W_{max} の $3/4$ の値より越えた増加幅 $(W - 3W_{\text{max}}/4)$ に対応する配線領域の増加領域の単位面積を考え、この単位面積に対するスリットダミーの全面積の占有率をスリットダミー占有面積比率 Q' とした場合について説明する。

【 0 0 9 0 】

第 1 の実施の形態と同様に、基準最大配線幅 W_{max} を決定する。

【 0 0 9 1 】

配線幅 W の値により、以下のような W_{max} を用いた場合分けを行って、スリットダミー 106 の配列パターンを決定する。 W_{min} は、加工できるスリットダミーの最小寸法幅であり、基本的には、この値をスリットダミーの配線幅方向の長さ D_w とする（図 8）。

【 0 0 9 2 】

基本的なスリットダミー 106 の配置パターンは、まず、配線幅中央線 O 上にスリットダミー列を配置したと仮定する。配線層の両側の配線端部 110 から中

中央側へと $3W_{max}/8$ (合計 $3W_{max}/4$) の領域を除いた中央側領域を増加領域 108 として決定する。

【0093】

次に、算出手順を簡便にするために、上述したように配線幅 W に応じて変化するこの増加領域 108 に対して 20% のスリットダミーが導入されるように配置パターンを決定する。

【0094】

以下に具体的な場合分けを説明する。

【0095】

第 2 の実施の形態では、配列ピッチ S を用いて増加領域の単位面積を算出し、スリットダミー間の間隔 L を近似値として用いない。

【0096】

(a) $W \leq W_{max}$ の場合：スリットダミーを挿入しない (図 8 (A))。但し、配線幅 W が基準最大配線幅 W_{max} 以下の場合でも、複数の配線を隣接させる際には、配線密度が 80% になるように配線を設計する。これにより、ディッシングを防ぐことが出来る。

【0097】

(b) $W_{max} < W \leq 3W_{max}/4 + W_{min}$ の場合：まず、スリットダミーの配線長方向の長さを D_d とし、かつ、配線幅方向の長さを D_w とする。そして、 D_d を $0.2 \times \sqrt{3}W_{max}/2$ とする。増加領域 108 の単位面積あたり 20% の占有率のスリットダミーを導入するので、スリットダミーの配線幅方向の長さ D_w が、最小加工寸法 W_{min} よりも小さくなる。そのため、配線幅方向の中央にスリットダミー列を配置しても、目的の大きさに加工できないため、20% の面積にするために必要な配線幅方向の長さ D_w の二分の一の幅をもち、配線長方向の長さ D_d が $0.2 \times \sqrt{3}W_{max}/2$ のスリットダミー 2 つに分割し配線層の端縁に配置する。但し、 $W_{min} < 1/4 W_{max}$ の場合には、 $W < W_{max}$ となるので、スリットダミーを設置しなくて良い (図 8 (B))。

【0098】

以下、説明する配列例の場合には、スリットダミーの配線幅方向の長さ D_w は

、すべて最小加工寸法 W_{min} とする。また、配列ピッチ S もすべて $\sqrt{3} W_{max} / 2$ とする。

【0099】

(c) $W = 3 W_{max} / 4 + W_{min}$ の場合：配線長方向の長さ D_d を $(0.2 \times \sqrt{3} W_{max}) / 2$ とするスリットダミーを、配線幅中央線上に1列設置する (図8 (C))。

【0100】

(d) $3 W_{max} / 4 + W_{min} < W \leq 3 W_{max} / 4 + 4 W_{min}$ の場合：配線長方向の長さ D_d を $\{\sqrt{3} W_{max} \times (W - 3 W_{max} / 4) \times 0.2\} / W_{min}$ とするスリットダミーを配線幅中央線上に1列設置する (図8 (D))。

【0101】

$W = 3 W_{max} / 4 + 4 W_{min}$ ：このとき、スリットダミーの配線長方向の長さ D_d が $0.8 \times \sqrt{3} W_{max} / 2$ となり、配列ピッチ S の80%に達する。これ以上長くなるとスリットダミーによって配線が分断される可能性があるため、 D_d が配列ピッチ S の80%に達した時点で、スリットダミーを配線長方向の長さ D_d が二分の一の2つのスリットダミーに分割し、二列のスリットダミー列にする。2つのスリットダミー列の一方のスリットダミーは、他方の列のスリットダミーとは、配列ピッチ S の二分の一の長さだけずらして配置する (図8 (E))。

【0102】

以降、 2^k 列 (k は $k \geq 2$ を満たす自然数) 以上の場合には、以下のようにスリットダミーを配列する。

【0103】

$W = 3 W_{max} / 4 + 2^{(k+1)} W_{min}$ (k は自然数) に達するごとに、上述の手順 (d) と同様の方法1列あたりのスリットダミー列を2列に分割し、スリットダミー列数を 2^k 列にして配置することで、増加面積の20%に対して、スリットダミーを導入する。。

【0104】

以上のスリットダミーの配列方法により、配線層に対して近似的に20%の占有面積のスリットダミーを導入できるため、配線幅 W が大きい配線に対してもデイスティングをおさえられ、かつ、配線層内のスリットダミーの比率があまり変動しないため、設計時の想定配線抵抗に近い配線が可能になる。

【0105】

[第3の実施の形態]

第2の実施の形態では、すでに設計してレイアウトした配線に対して、配線幅をチェックし、スリットダミーを挿入する基準例を説明した。

【0106】

この方法では、配線幅 W が、基準最大配線幅 W_{max} を越えている場合、この W_{max} の $3/4$ の値より越えた増加幅 $(W - 3W_{max}/4)$ に対応する配線領域の増加領域の単位面積を考え、この単位面積に対するスリットダミーの全面積の占有率をスリットダミー占有面積比率 Q' としている。このため、スリットダミー占有面積比率 Q' を保つために、配線幅 W に応じて様々なスリットダミーを発生させなければならず、処理に時間がかかる。

【0107】

そこで、第3の実施の形態では、基準最大配線幅 W_{max} 以上の配線幅の配線をレイアウトする場合、スリットダミーの占有面積を20%にした基本スリットダミーパターンを用意し、この基本スリットダミーパターンに合わせた配線幅で配線をレイアウトする。

【0108】

この場合、配線幅 W が基本スリットダミーパターンの幅で決定されるため、配線幅の自由度が多少失われるが、スリットダミー挿入の工数的効率は、大幅に向上する。

【0109】

その例を図9に示す。基本スリットダミーパターンの幅は、可能な限り狭い方が設計の自由度が高くなる。図9の例では、幅を $3W_{min}$ とし、配線幅方向及び配線の延在する長手方向の中心に占有面積比率20%で幅 W_{min} のスリットダミー114を配置した基本スリットダミーパターン112を用いている（図9

(A))。配線幅 W が $12W_{min}$ の場合、まず、この基本スリットダミーパターン112を配線長方向に一行に配置する。これを基本スリットダミーパターン列とする。この基本スリットダミーパターン列を配線幅 W 方向に4列密着させて配置する。このとき、2つの基本スリットダミーパターン列の一方の基本スリットダミーパターンの位置は、配線の延在する長手方向の長さの二分の一の距離だけずらした位置に配列する。(図9(B))。

【0110】

配線幅が基本スリットダミーパターンの幅の n 倍(n は任意の自然数)の場合には、図9(B)($n=4$ の場合)と同様に、 n 列の基本スリットダミーパターン列を配置し、隣接する一方の列の基本スリットダミーパターンは、他方の基本スリットダミーパターンとは、基本スリットダミーパターンの配線長方向の長さすなわち配列ピッチ S の二分の一の距離だけずらして配置する。

【0111】

また、この配線領域の端縁部では、この基本スリットダミーパターンが配線領域の端縁境界を越える場合には、スリットダミーを挿入しない。

【0112】

このようにスリットダミーを配列すると、基本スリットダミーパターンによって規則的にスリットダミーの導入された、銅配線層構造を形成できる(図9(C))。

【0113】

第3の実施の形態によれば、基本スリットダミーパターンを用いてスリットダミーの配置を決定することにより、配線密度を一定に保ち、かつ、配線幅に対するスリットダミーサイズの決定等の工数が無くなるため、レイアウト効率が大幅に向上する。

【0114】

ここでは、多くの場合ダマシン法で配線形成される銅配線について述べてきた。しかしながら、同様の手順を用いて他の金属(例えばアルミニウム、タングステン等)についても、最大基準配線幅 W_{max} を設定して配線層構造を形成することが可能である。

【 0 1 1 5 】

【発明の効果】

上述した実施の形態例からも明らかなように、この発明の配線層構造によれば、CMPによるディッシングをおさえ、配線抵抗のばらつきを低減できるため、信頼性の高い配線構造を提供できる。

【 0 1 1 6 】

また、基準最大配線幅 W_{max} を設け、それを越える配線幅 W の場合に効率的にスリットダミーを挿入したことにより、配線面積の増大を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(A) ～ (D) は、第 1 の実施の形態でのスリットダミーの配列パターンである。

【図 2】

ダマシン法で形成した銅配線の配線幅 W とシート抵抗変化率の関係を表すグラフである。

【図 3】

ディッシングを受けた配線層の断面図である。

【図 4】

配線幅 W とシート抵抗変化率 Q 及び凹み量 D の関係を表すグラフである。

【図 5】

スリットダミー間隔 L とスリットダミー占有面積比率 Q の関係を表すグラフである。

【図 6】

(A) ～ (E) は、スリットダミーの配列パターンのパラメータを表す図である。

【図 7】

第 1 の実施の形態での基準で配置したスリットダミー占有面積比率 Q と配線幅 W の関係を表すグラフである。

【図 8】

(A) ～ (E) は、第 2 の実施の形態でのスリットダミーの配列パターンを表す図である。

【図 9】

(A) ～ (C) は、第 3 の実施の形態の説明図である。

【図 1 0】

従来のダマシン法による配線形成の工程図である。

【図 1 1】

スリットダミーを挿入した配線層の概略図である。

【符号の説明】

- 1 0 0 : 銅配線層
- 1 0 2 : 酸化膜
- 1 0 4 : 銅配線層
- 1 0 6 : スリットダミー
- 1 0 7 : 配線の延在する長手方向
- 1 0 8 : 増加領域
- 1 1 0 : 配線端部
- 1 1 2 : 基本スリットダミーパターン
- 1 1 4 : スリットダミー
- 1 1 6 : 酸化膜
- 1 1 8 : 銅配線層
- 2 0 2 : 半導体基板
- 2 0 4 : ストッパー窒化膜
- 2 0 6 : 酸化膜
- 2 0 8 a、2 0 8 b : 配線溝
- 2 1 0 : 銅膜 (バリアメタルを含む)
- 2 1 0 a、2 1 0 b : 銅配線層
- 2 1 2 : ディッシング
- 2 1 4 : スリットダミー

2 1 6 : 酸化膜

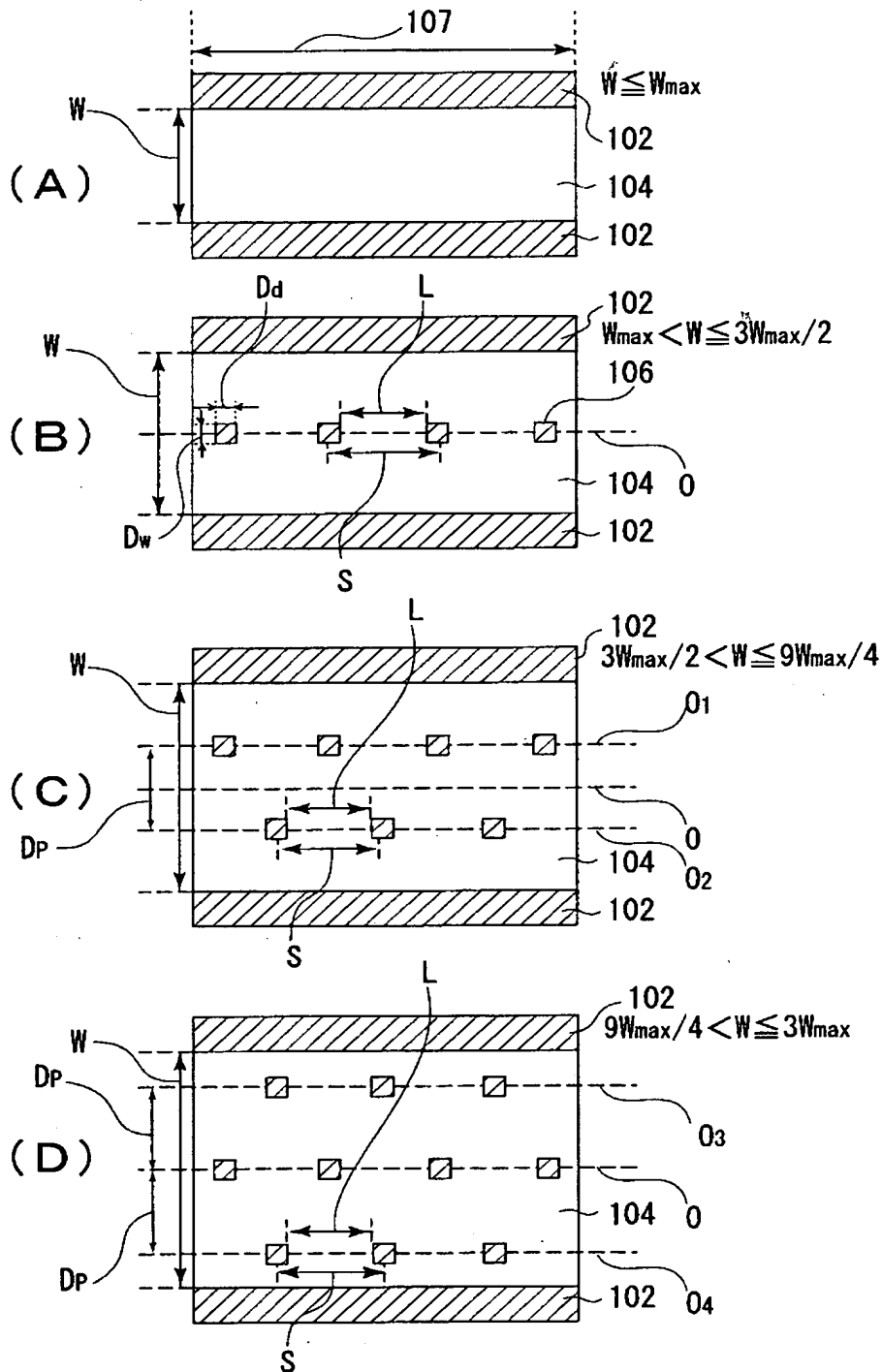
2 1 8 : 窒化膜

2 2 0 : 配線の延在する長手方向

2 2 2 : 銅配線層

【書類名】 図面

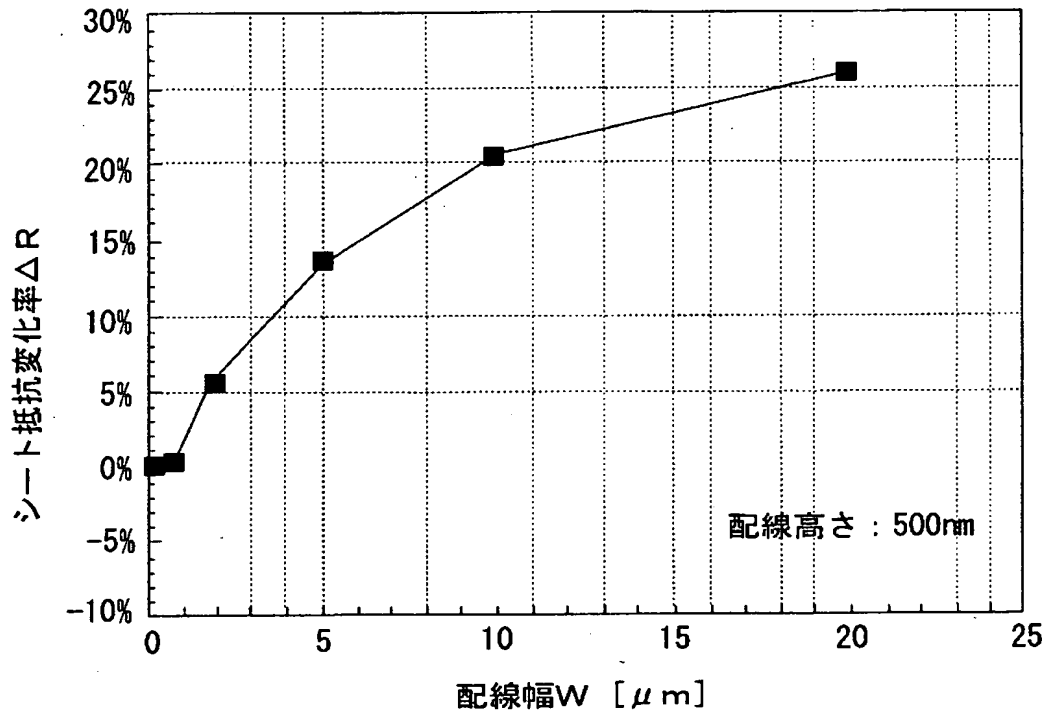
【図 1】



102:酸化膜 104:銅配線層 106:スリットダミー
 107:配線の延在する長手方向
 0:配線幅中央線 01, 02, 03, 04:スリットダミー列中央線

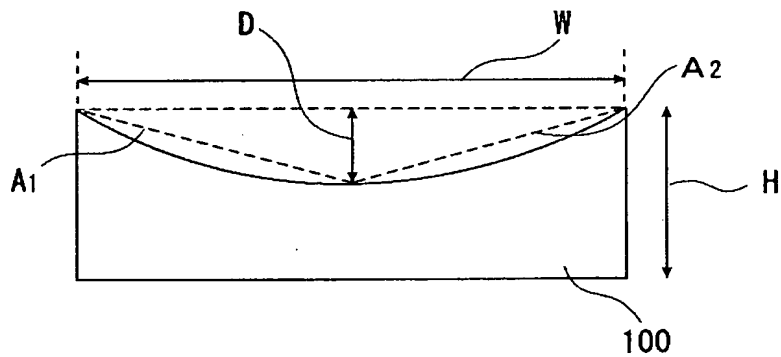
第 1 の実施の形態でのスリットダミーの配列パターン

【図 2】



ダマシン法で形成した銅配線の配線幅とシート抵抗変化率の関係

【図 3】

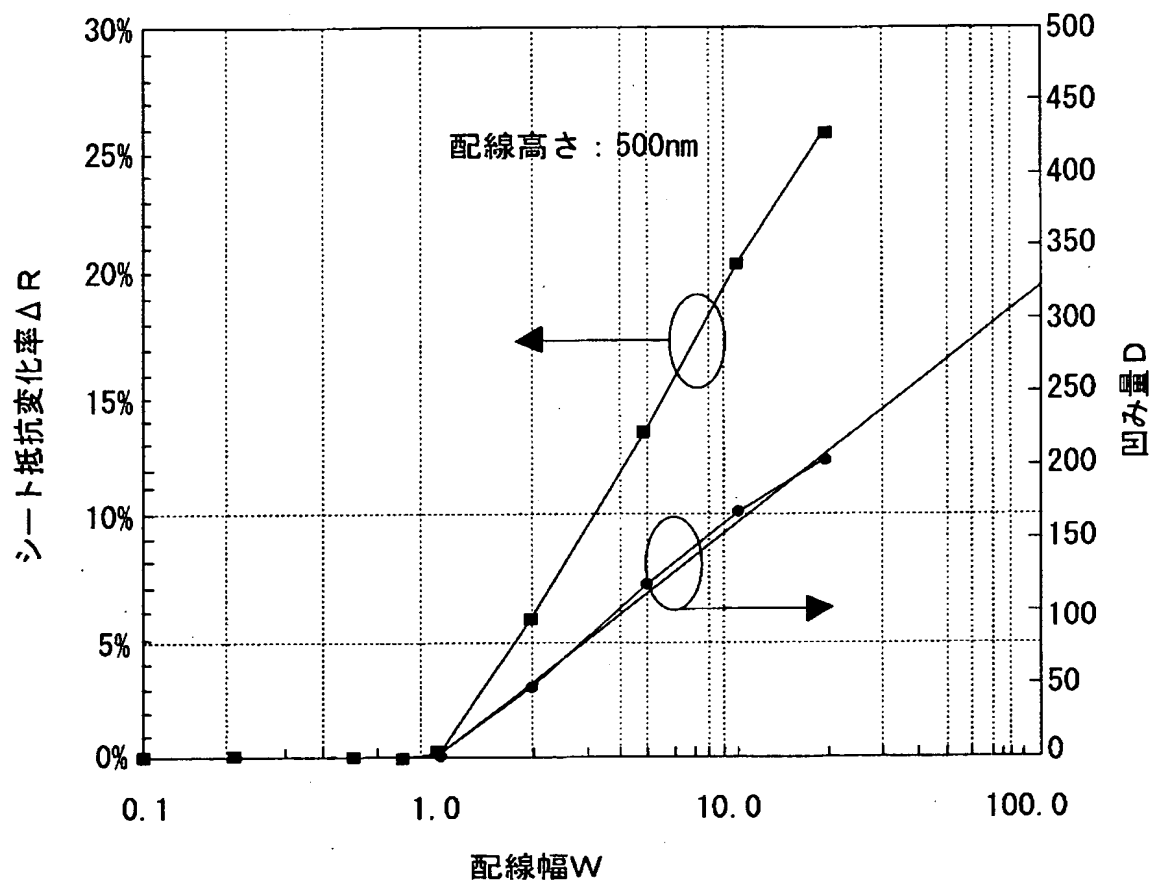


100: 銅配線層
H: 配線高さ
A1, A2: 近似直線

D: 凹み量
W: 配線幅

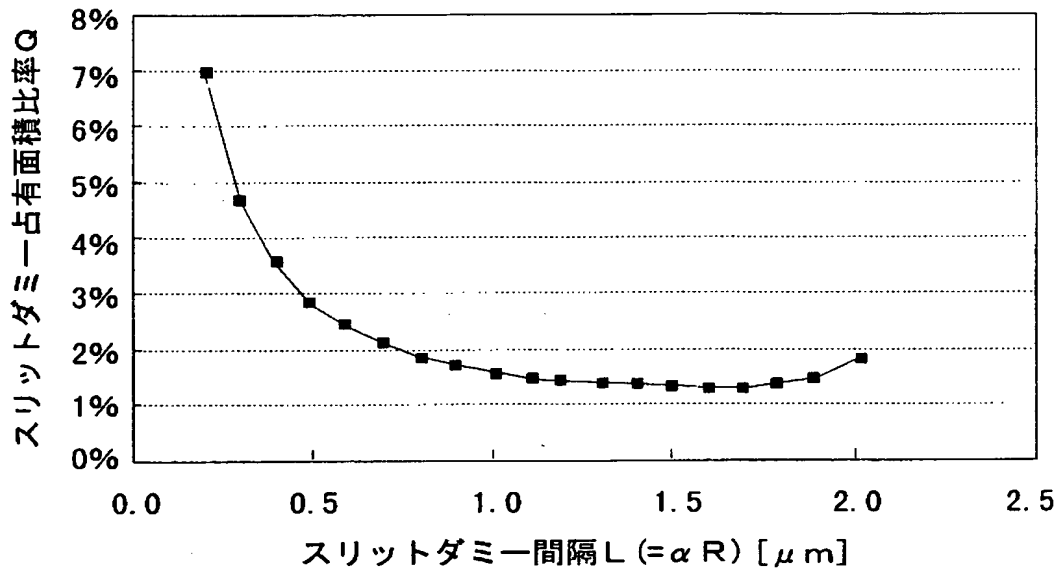
ディッシングをうけた配線層の断面図

【図 4】



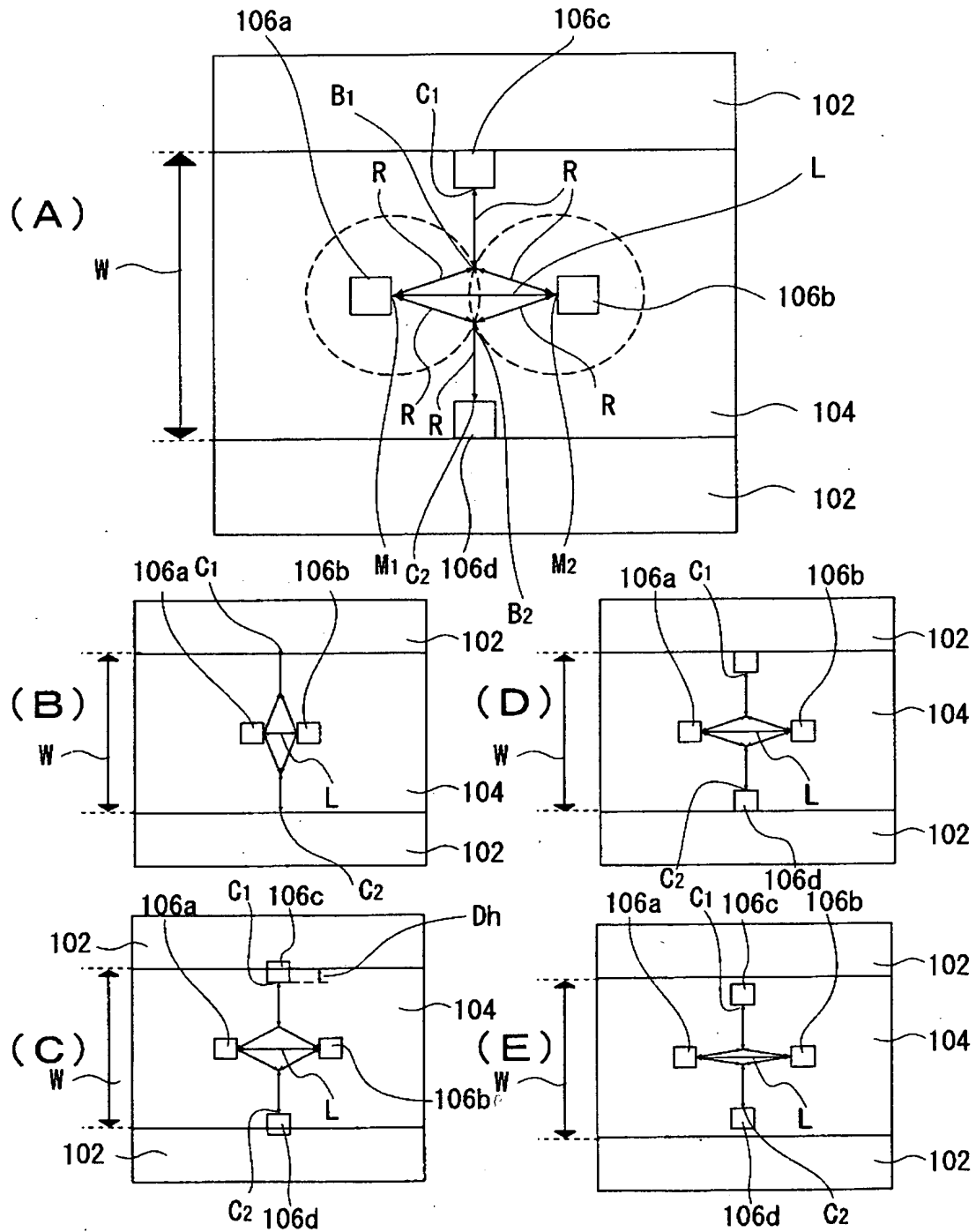
配線幅とシート抵抗変化率及び凹み量の関係

【図 5】



スリットダミー間隔とスリットダミー占有面積比率の関係

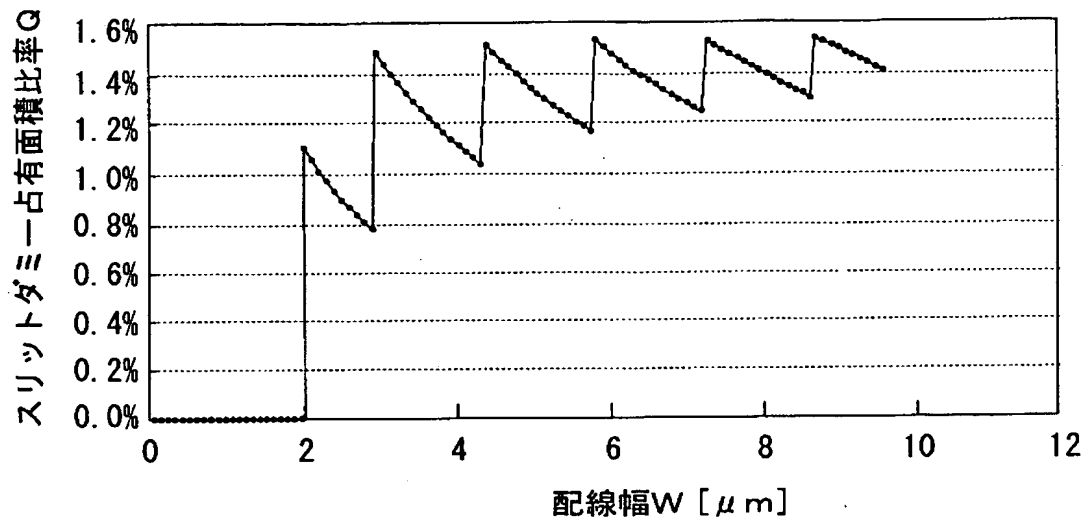
【図 6】



102: 酸化膜 104: 銅配線層
106a, 106b, 106c, 106d: スリットダミー

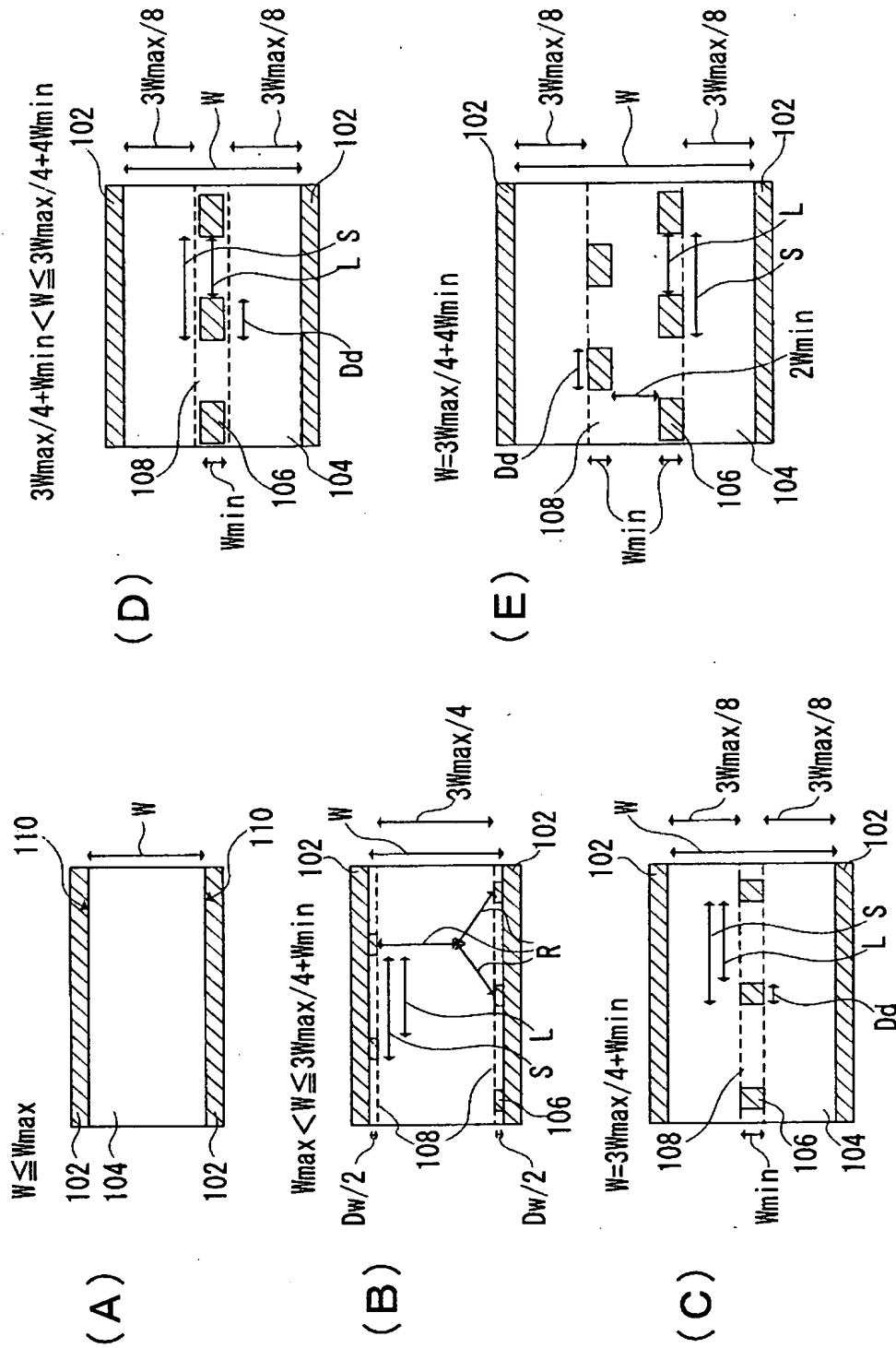
スリットダミーの配列パターン

【図 7】



第 1 の実施例の基準で配置した場合のスリットダミー占有面積比率

【図 8】

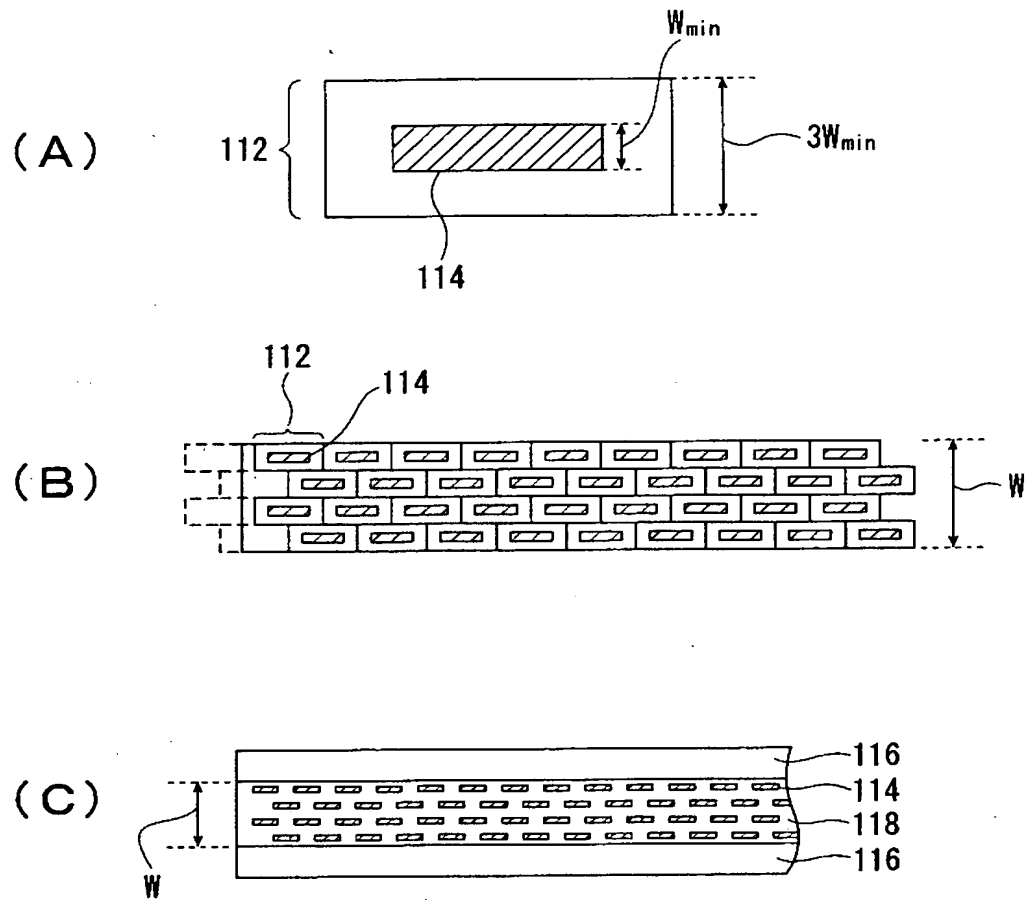


110: 配線端縁

108: 増加領域

第2の実施の形態でのスリットダミーの配列パターン

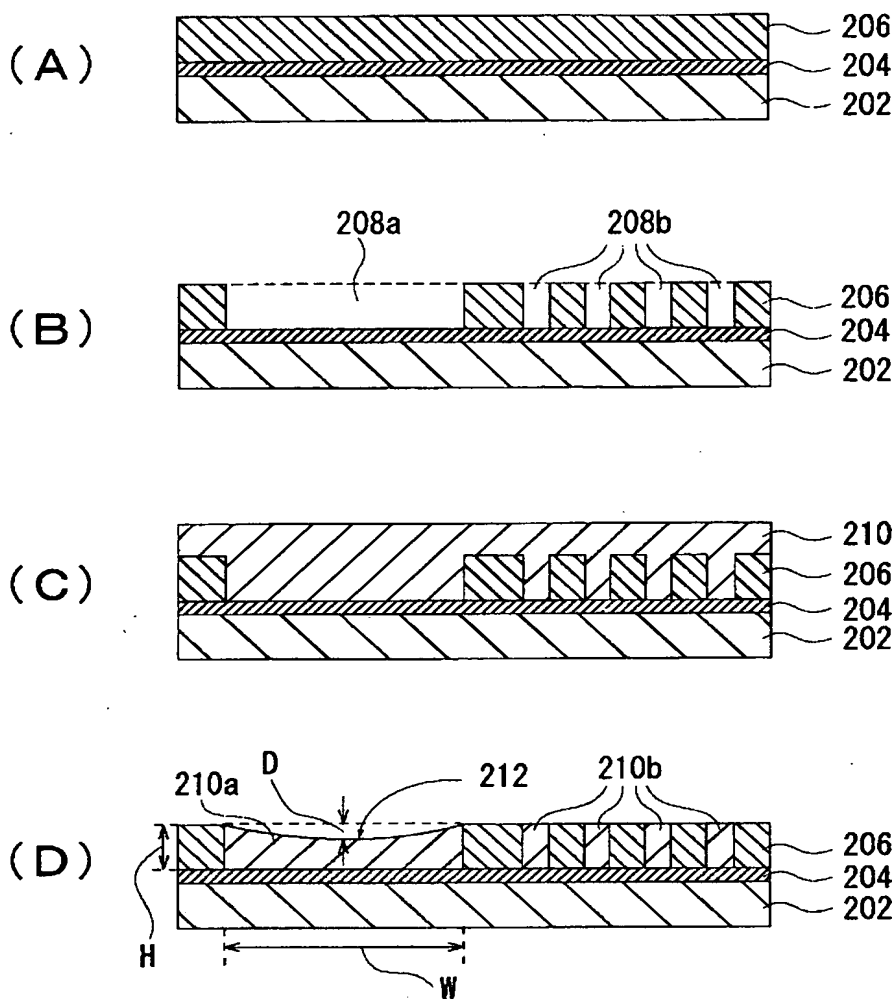
【図 9】



112 : 基本スリットダミーパターン
 114 : スリットダミー 116 : 酸化膜
 118 : 銅配線層

第 3 の実施の形態の説明図

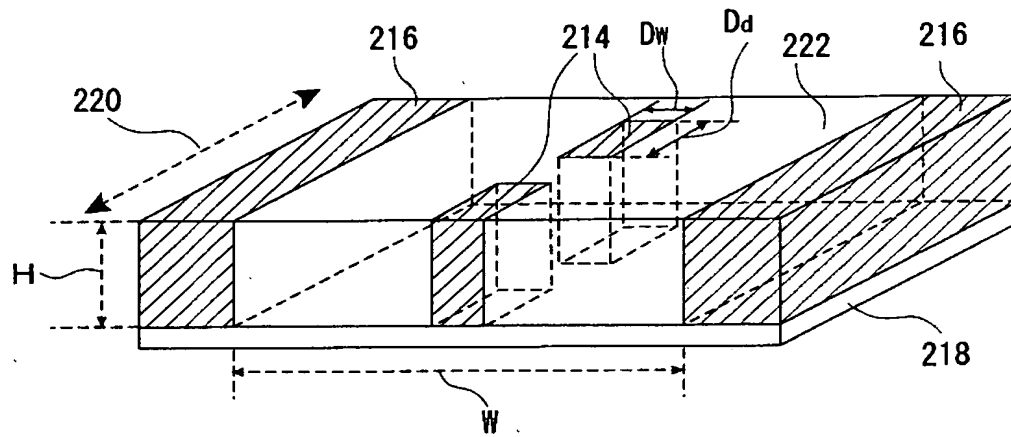
【図 1 0】



202: 半導体基板	204: ストッパー窒化膜
206: 酸化膜	208a、208b: 配線溝
210: 銅膜 (バリアメタルを含む)	
210a、210b: 銅配線層	212: ディッシング
D: 凹み量	H: 配線高さ
W: 配線幅	

従来のダマシンプロセスによる配線形成

【図 1 1】



W: 配線幅	H: 配線高さ
214: スリットダミー	216: 酸化膜
218: 窒化膜	220: 配線の延在する長手方向
222: 銅配線層	

従来のディッシングをうけた配線層の断面図

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ダマシン法による配線形成において、必要配線幅の増大を最小限にするために、基準最大配線幅決定方法及び効率的なスリットダミーの配置基準を定める。

【解決手段】 許容配線抵抗から基準最大配線幅を決定し、それを越える配線幅の場合には、基準最大配線幅から導いた配置基準を用いて配線層中のスリットダミーを効率的に配置することで、化学機械研磨（CMP）によるディッシングを抑え、配線抵抗のバラツキを低減した信頼性の高い配線を提供することができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-218878
受付番号	50201109255
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 7月29日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月26日
-------	-------------

出願人履歴情報

識別番号 [000000295]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

氏 名 沖電気工業株式会社